

PUB-NO: DE004330447A1

DOCUMENT-IDENTIFIER: DE 4330447 A1

TITLE: Temperature sensor having a mineral-insulated supply line arranged in a metal sheath

PUBN-DATE: March 23, 1995

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
WIENAND, KARLHEINZ DR	DE
ENGLERT, WERNER	DE
LULEY, CHRISTIAN	DE

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
HERAEUS SENSOR GMBH	DE

APPL-NO: DE04330447

APPL-DATE: September 9, 1993

PRIORITY-DATA: DE04330447A ( September 9, 1993)

INT-CL (IPC): G01K001/08, G01K007/16

EUR-CL (EPC): G01K007/18

ABSTRACT:

An elongated measuring resistor, designed as a temperature sensor, is arranged with mineral insulation in the metal sheath of a mineral- insulated coaxial cable and is connected electrically and in a mechanically fixed manner at both its ends in each case to one end of a supply line of the inner conductor of the coaxial cable by means of soldering; the insert opening of the measuring resistor is closed by an electrically insulating, temperature-resistant casting compound, the insert opening being additionally covered by a securing sleeve pushed onto the sheath and provided with beads. Either a filament made of dispersion-hardened platinum or a thin-layer resistor made of a platinum-rhodium alloy on a ceramic substrate is used as measuring resistor.

TRANSCRIPTION CHECKED TO STC 4/20/05

KL



⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 43 30 447 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
G 01 K 1/08  
G 01 K 7/16

DE 43 30 447 A 1

⑯ Aktenzeichen: P 43 30 447.8  
⑯ Anmeldetag: 9. 9. 93  
⑯ Offenlegungstag: 23. 3. 95

⑯ Anmelder:  
Heraeus Sensor GmbH, 63450 Hanau, DE

⑯ Erfinder:  
Wienand, Karlheinz, Dr., 63741 Aschaffenburg, DE;  
Englert, Werner, 63755 Alzenau, DE; Luley, Christian,  
63814 Mainaschaff, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑯ Temperatur-Sensor mit einer in einem Metallmantel angeordnetem mineralisierten Zuleitung

⑯ Ein als Temperatur-Sensor ausgebildeter langgestreckter Meßwiderstand ist mineralisiert im Metallmantel eines mineralisierten Koaxialkabels angeordnet und an seinen beiden Enden jeweils mit einem Ende einer Zuleitung des Innenleiters des Koaxialkabels durch Verlöten elektrisch und mechanisch fest verbunden; die Einsatzöffnung des Meßwiderstandes ist durch elektrisch isolierende, temperaturbeständige Vergußmasse verschlossen, wobei die Einsatzöffnung zusätzlich durch eine auf den Mantel aufgeschobene und mit Sicken versehene Sicherungshülse abgedeckt ist. Als Meßwiderstand dient entweder eine Wendel aus dispersionsgehärtetem Platin oder ein Dünnschichtwiderstand aus einer Platin-Rhodium-Legierung auf einem Keramik-Substrat.

DE 43 30 447 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 082/17

6/29

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Temperatur-Sensor, der mineralisiert in einem Metallmantel angeordnet und mit wenigstens einer mineralisierten Zuleitung verbunden ist.

Aus der DE-PS 40 17 968 ist ein Temperatur-Sensor bekannt, der sich in einem Mantel mit vorgegebenen Ausdehnungskoeffizienten einer mineralisierten Zuleitung befindet, die im Bereich einer Übergangsstelle mit einer elektrischen Anschlußleitung elektrisch und mechanisch fest verbunden ist. Als Abdichtung des der Anschlußleitung zugekehrten Endes der mineralisierten Zuleitung dient ein Pfropfen aus einem erschmolzenen stabilen Bleiboratglas mit einem Ausdehnungskoeffizienten von etwa  $12 \times 10^{-6}/\text{K}$ . Die Übergangsstelle ist dabei zwecks Zugentlastung zwischen mineralisierten Leitung und Anschlußleitung mit einer Kunststoffumhüllung versehen.

Problematisch erweist sich im Zuge zunehmender Verkleinerung von Bauelementen die verhältnismäßig große Ausdehnung solcher Abdichtungs- und Übergangsmaßnahmen, wie sie beispielsweise durch Bleiboratglas-Stopfen vorgesehen sind; darüberhinaus muß im Bereich von wärmeabgebenden Bauelementen bei höheren Temperaturen auch die angeschlossene Zuleitung thermisch isoliert werden.

Weiterhin beschreibt die DE-PS 41 17 927 einen Temperatur-Sensor mit einem Widerstandsdräht als Meßwiderstand, wobei der Widerstandsdräht als wesentlichen Werkstoffbestandteil ein Metall der Platingruppe enthält, der in einem einseitig geschlossenen Schutzrohr in Form einer an einem keramischen Träger gehaltenen Schlaufe angeordnet ist, deren freie die Stromanschlüsse bildende Enden aus einem offenen Ende des Schutzrohres herausgeführt sind; der Widerstandsdräht ist aus einem Kern und einem diesen umhüllenden Mantel gebildet, wobei der Kern aus einem dispersionsgehärteten Werkstoff besteht und der Mantel aus einem Metall der Platingruppe oder eine Legierung deren Basis ein Metall der Platingruppe ist, besteht. Da es sich hier um einen verhältnismäßig komplexen Aufbau handelt, ist dieser nicht in beliebig verkleinerter Form in der Praxis verfügbar.

Weiterhin beschreibt die DE-PS 40 26 061 ein Verfahren zur Herstellung eines elektrischen Meßwiderstandes mit einem vorgegebenen Temperaturkoeffizienten, insbesondere für ein Widerstandsthermometer; hierzu wird ein Träger aus Aluminiumoxid-Keramik mit einem Platin-Dünnfilm versehen, auf dem anschließend im Siebdruckverfahren eine Schicht aus einem Platinresinat und Rhodiumsulforezinat enthaltenden Präparat aufgebracht wird, deren Rhodiumgehalt für den angestrebten Temperaturkoeffizienten maßgeblich ist. Nach Trocknen und Einbrennen dieser Siebdruckschicht wird der so beschichtete Träger einer Wärmebehandlung bei einer Temperatur im Bereich von 1000 bis 1400°C so lange unterzogen, bis das Rhodium in der bisherigen Platin- bzw. sich bildenden Widerstandsschicht gleichmäßig verteilt ist. Als problematisch erweist sich der Einsatz solchermaßen hergestellter Widerstände in aggressiven Umgebungen, da hier ein unmittelbarer Zugriff auf die Widerstandsschicht und auf die Kontaktfelde des Widerstandsstreifens gegeben ist. Insbesondere erweist sich der Einsatz einer solchen Meßwiderstandsanordnung in hochtemperaturbetriebenen Anordnungen wie beispielsweise in einer Auspuffanlage als äußerst schwierig.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, einen Temperatur-Sensor zur Messung von Oberflächentemperaturen, insbesondere der Oberflächentemperatur eines Metallkatalysators in einer Kraftfahrzeug-Auspuffanlage anzugeben; gegebenenfalls sollen auch räumlich ausgedehnte Temperaturfelder mittels Temperatur-Sensoren erfaßt werden.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Temperatur-Sensor im Bereich einer im Metallmantel befindlichen Einsatz-Öffnung eingesetzt, wobei der sich in seiner Hauptausdehnungsrichtung entlang der Mantelachse erstreckende Temperatur-Sensor mit jeweils einem Ende mit einer Anschlußstelle zu den Enden des Innenleiters des mineralisierten Koaxialkabels verbunden ist. Dabei ist es einerseits möglich, als Temperatur-Sensor eine aus dispersionsgehärtetem Werkstoff, beispielsweise Platin bestehenden Wendel einzusetzen, welche aufgrund der Dispersionshärtung ihre Form auch bei hoher Temperaturbelastung aufrecht erhält; andererseits ist es möglich, einen Temperatur-Sensor auf der Basis eines Meßwiderstands auf einem Keramiksubstrat mit aufgebrachter Widerstandsschicht einzusetzen, dessen langgestreckte Gestalt die Unterbringung innerhalb des Mantels des Koaxialkabels ermöglichen. In beiden Fällen wird nach Einbringung des Temperatur-Sensors die im Koaxialkabel befindliche Einsatz-Öffnung mittels Vergußmasse abgedeckt, so daß kein weiterer Austritt des mineralisierenden Pulvers erfolgen kann; auf die bereits verschlossene Öffnung wird dann eine temperaturbeständige Hülse aufgebracht und mittels umlaufender Sicken mit dem äußeren Metallmantel des Koaxialkabels formschlüssig verbunden.

In einer weiterhin bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung werden mehrere hintereinander in Serie geschaltete Temperatur-Sensoren eines Koaxialkabels zur Temperaturüberwachung eines räumlich ausgedehnten Temperaturfeldes eingesetzt.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist in der verhältnismäßig geringen Ausdehnung der Temperatur-Sensoren und ihrer Zuleitung zu sehen, wobei der kleinste erzielbare Außendurchmesser 0,5 mm beträgt; weiterhin ist eine hohe Temperaturbeständigkeit der Anordnung mit den Temperatur-Sensoren bis zu 1200°C vorgesehen, so daß beispielsweise das Temperaturfeld eines Metallkatalysators einer Kraftfahrzeug- bzw. Verbrennungsmotor-Auspuffanlage räumlich überwacht werden kann, wobei die biegsame Ausgestaltung des Koaxialkabels eine flächenhafte Aufbringung der Temperatur-Sensoren ermöglicht.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 11 angegeben.

Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Fig. 1, 2 und 3 näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch einen als Wendel ausgebildeten Temperatur-Sensor,

Fig. 2 zeigt einen als Widerstandsschicht ausgebildeten Temperatur-Sensor in einer mineralisierten Koaxialleitung,

Fig. 3 zeigt schematisch eine Serienschaltung mehrerer Temperatur-Sensoren.

Gemäß Fig. 1 ist der als Wendel 2 ausgebildete Meßwiderstand 1 durch eine Einsatz-Öffnung 3 des Mantels 4 eines Koaxialkabels 5 eingesetzt, wobei die Wendel 2 mit ihren Enden 6, 7 an die Enden 9, 10 des Innenleiters 8 mittels Schmelzvorgang (Löt- oder Schweißvorgang)

angeschlossen sind. Die Füllung aus mineralisiertem Pulver ist hier schematisch durch Punkte 11 dargestellt. Zur Abdichtung der Einsatz-Öffnung 3 und sicheren Positionierung der Wendel 2 ist eine in die Öffnung eingebrachte hochtemperaturbeständige Vergußmasse vorgesehen, so daß die mineralisierte Füllung 11 innerhalb des Koaxialkabels 5 erhalten bleibt und nicht austreten kann. Die Vergußmasse ist durch gestrichelte Linien schematisch dargestellt und mit den Bezugssymbolen 12 versehen. Die Achse 13 der Wendel 2 verläuft in Richtung der Achse 14 des Innenleiters 8 des Koaxialkabels. Zwecks Zugentlastung und dauerhafter Abdichtung ist entlang der Achse 14 auf den Mantel 4 des Koaxialkabels eine Sicherungshülse 15 aufgeschoben, welche an ihren beiden Enden mittels umlaufender Sicken 16 und 17 mit dem Mantel 4 formschlüssig verbunden ist. Zwecks besserer Übersicht ist die Sicherungshülse 15 vor ihrer endgültigen Positionierung dargestellt.

Als Werkstoff für den als Wendel ausgebildeten Temperatur-Sensor hat sich insbesondere ein dispersionsgehärteter oder stabilisierter Werkstoff auf der Basis einer Platin-Rhodium-Legierung mit einem Rhodium-Anteil zwischen 0,01 bis 60-Gewichts-% bewährt, wobei als dispergierter oder stabilisierender Bestandteil Zirkonium, Yttrium, Titan, Calcium, Cer, Aluminium und Hafnium sowie gegebenenfalls deren Oxide einzeln oder gemischt eingesetzt sind. Der Metallmantel des Koaxialkabels besteht aus einer hochtemperaturbeständigen Nickelbasislegierung und weist einen Ausdehnungskoeffizienten im Bereich von 12,5 bis  $17 \times 10^{-6}/\text{K}$  auf; als mineralisierte Füllung 11 wird insbesondere Magnesiumoxid eingesetzt, es ist jedoch auch möglich Aluminiumoxid zu verwenden. Der mittels Schmelzvorgang (Verlöten oder Verschweißung) an die Wendel 2 angeschlossene Innenleiter 8 besteht aus einer Nickelchrom-Legierung. Als Vergußmasse zur Positionierung der Wendel und Abdeckung der Öffnung innerhalb des Koaxialkabelmantels wird keramische Vergußmasse eingesetzt. Die später auf den Öffnungsbereich des Koaxialkabels aufgebrachte Sicherungshülse besteht aus hochtemperaturbeständiger Nickelbasislegierung.

Zur Herstellung eines Temperatur-Sensors wird der Mantel 4 des Koaxialkabels 5 soweit aufgeschnitten, daß eine Einsatz-Öffnung 3 zum Einbringen der als Temperatur-Meßwiderstand 1 dienenden Wendel 2 ermöglicht wird; hierzu wird im Bereich der Öffnung 3 ein Teil der Füllung 11 des mineralisierten Pulvers entfernt ebenso wie der im Öffnungsbereich befindliche Teil des Innenleiters 8, so daß in die Öffnung die Enden 9, 10 des Innenleiters 8 hineinragen. Nach Einbringen der Wendel 2 und der elektrischen und mechanischen Verbindung der Enden 6, 7 der Wendel mit den Enden 9, 10 des Innenleiters 8 durch Verlöten oder Verschweißen an den Anschlußstellen 18, 19 wird durch Öffnung 3 die schematisch dargestellte Vergußmasse 12 eingebracht, wodurch die Wendel 2 fest positioniert wird und die mineralisierte Füllung 11 am Austreten aus dem Mantel 4 gehindert wird. Nach Eintrocknen der Vergußmasse 12 wird entlang der Achse 14 des Koaxialkabels 5 eine Sicherungshülse 15 auf die bereits durch die Vergußmasse verschlossene Öffnung 3 aufgebracht und mittels umlaufender Sicken 16, 17 mit dem Mantel 4 formschlüssig verbunden; es ist auch zusätzlich möglich, zwischen Sicherungshülse 15 und Mantel 4 eine elastische temperaturbeständige Abdichtung, beispielsweise mittels temperaturbeständiger umlaufender Dichtungs-

ringe vorzusehen.

Fig. 2 zeigt einen ähnlichen Aufbau, wie er anhand der Fig. 1 erläutert ist, wobei allerdings anstelle einer Wendel als Temperatur-Meßwiderstand 1 eine Widerstandsschicht 20 auf einem temperaturbeständigen elektrisch isolierenden Keramiksubstrat 21 vorgesehen ist. Die Einsatz-Öffnung 3 in Mantel 4 des Koaxialkabels 5 sowie die Anordnung der Enden 9, 10 des Innenleiters 8 entsprechen der anhand Fig. 1 erläuterten Ausführungsform. Die Widerstandsschicht 20 ist im vorliegenden Fall als Mäander auf ein sogenanntes axiales Keramik-Substrat 21 aufgebracht, dessen größte Ausdehnung sich entlang der Achse 14 des Koaxialkabels erstreckt. Im vorliegenden Fall handelt es sich um ein rechteckiges Keramik-Substrat 21, dessen Längsachse entlang der Achse 14 verläuft. Das Substrat 21 besteht im wesentlichen aus Aluminiumoxid, es ist jedoch auch möglich Magnesiumoxid oder Glaskeramik einzusetzen. Die Widerstandsschicht 20 besteht aus einer Platin-Rhodium-Legierung, wobei das Rhodium einen Gewichtsanteil im Bereich von 0,01 bis 10 Gewichts-% aufweist. Die Schichtdicke der aufgebrachten Widerstandsschicht 20 liegt im Bereich 0,8 bis 2,0  $\mu\text{m}$ . An den Enden der mäanderförmig ausgestalteten Widerstandsschicht 20 sind Kontaktfelder 23 und 24 vorgesehen, die über Anschlußdrähte 25, 26 mit den Anschlußstellen 18, 19 der Enden 9, 10 des Innenleiters 8 durch einen Schmelzvorgang (Verschweißung, Verlöten) verbunden sind. Da sich die Ausführungsform gemäß Fig. 2 lediglich durch die Ausgestaltung des eigentlichen Temperatur-Meßwiderstandes vom Gegenstand der Fig. 1 unterscheidet, ist der übrige Aufbau wie der Abschluß der Öffnung 3 durch Vergußmasse 12 und die anschließende Aufbringung einer Sicherungs-Hülse 15 mit formschlüssiger Verbindung durch Sicken 16, 17 der Fig. 1 entsprechend aufgebaut.

Beim Aufbau des Temperatur-Sensors gemäß Fig. 2 muß zu Beginn ein ausreichender Raum für den aus Keramik-Substrat 21 und Widerstandsschicht 20 sowie den Anschlußdrähten 25, 26 bestehenden Temperatur-Meßwiderstand 1 geschaffen werden, welches durch Entnahme eines Teils der Füllung des mineralisierten Pulvers geschieht; nach Einbringung sowie elektrisch und mechanisch fester Verbindung der Anschlußdrähte 25, 26 des Temperatur-Meßwiderstandes 1 mit den Enden 9, 10 des Innenleiters 8 des Koaxialkabels 5 wird die Einsatz-Öffnung 3 durch Aufbringung der hier nur schematisch durch gestrichelte Linien dargestellten Vergußmasse 12 gasdicht abgeschlossen und nach dem Abkühlungsverfahren die aus Fig. 1 bekannte Sicherungs-Hülse 15 formschlüssig mit dem Mantel 4 des Koaxialkabels 5 verbunden, so daß eine hochtemperaturbeständige mechanisch feste Temperatur-Sensor-Anordnung vorliegt.

Durch Verwendung von wendelförmigen Meßelementen geringem Wendeldurchmesser oder durch Verwendung von schmalen axialen Dünnschicht-Meßwiderständen mit Keramiksubstrat ist es möglich, eine Koaxialleitung mit mehreren hintereinander geschalteten Temperatur-Sensoren einzusetzen, so daß auf einfache Weise auch die räumliche Ausdehnung von Temperaturfeldern überwacht werden kann.

Fig. 3 zeigt schematisch eine solche Serienschaltung mehrerer Temperatur-Meßwiderstände 1, welche je nach Bedarf, beispielsweise mäanderförmig oder zickzackförmig zur flächenhaften Abdeckung größerer Temperaturfelder angeordnet sein können. Ein wesentlicher Vorteil ist darin zu sehen, daß die Außendurch-

messer solcher Koaxial-Meßleitungen mit bis auf einen Durchmesser von 0,5 mm herabgesetzt werden können, so daß an vorgegebenen Meßpunkten eines räumlich ausgedehnten Temperaturfeldes eine exakte Temperaturüberwachung möglich ist, wobei sich kritische Temperaturwerte durch Messung des Gesamtwiderstandes aller Meßwiderstände 1 ableiten lassen.

Zwecks besserer Übersicht wurde in Fig. 3 von der Wiedergabe der aufgeschobenen Sicherungs-Hülsen abgesehen.

## Patentansprüche

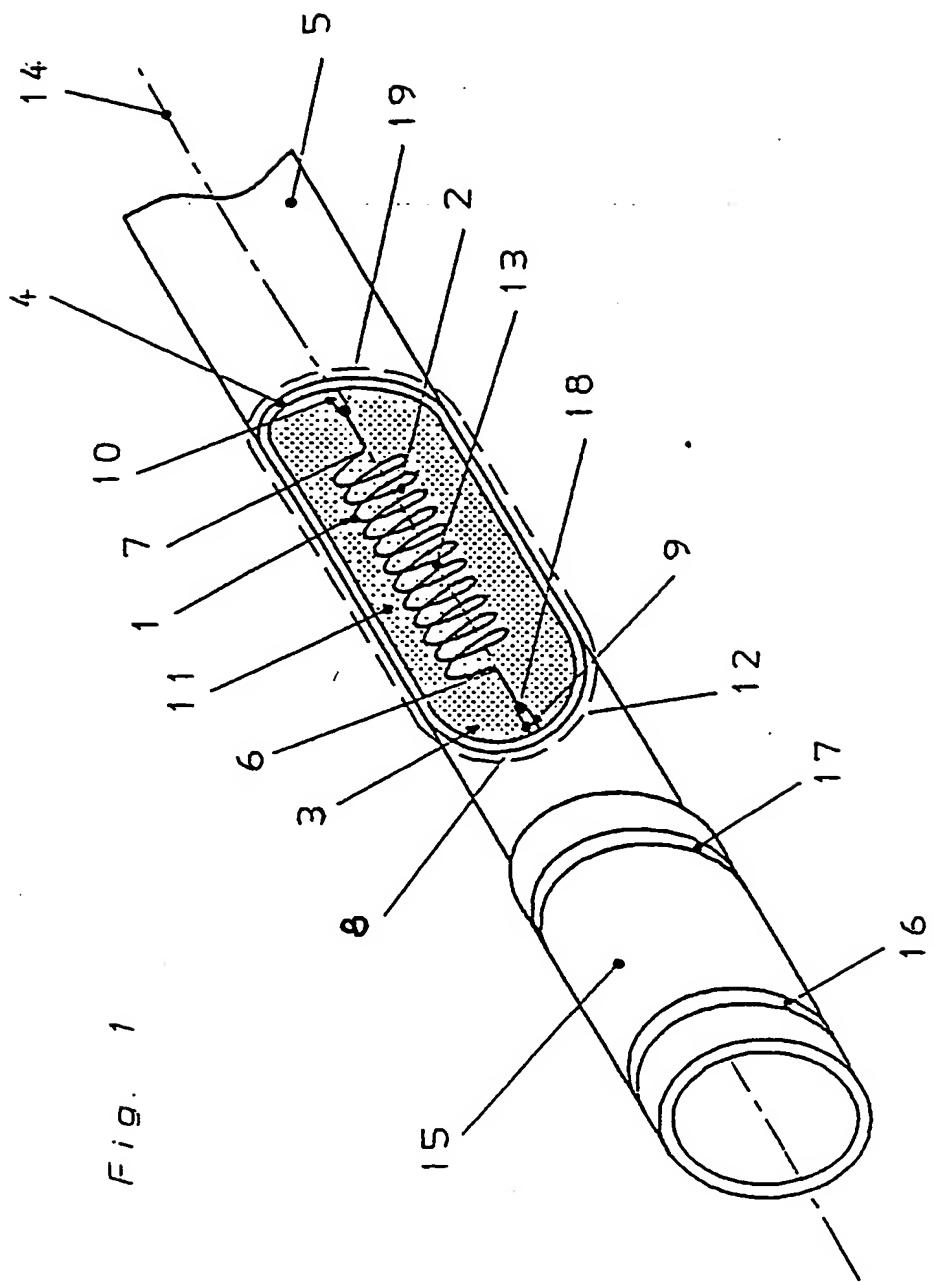
1. Temperatur-Sensor, der mineralisiert in einem Metallmantel angeordnet und mit wenigstens einer mineralisierten Zuleitung verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, daß der Temperatursensor als elektrischer Meßwiderstand (1) ausgebildet ist, der an zwei sich gegenüberliegenden Enden (6, 7) jeweils mit dem Innenleiter (8) einer mineralisierten Zuleitung elektrisch und mechanisch fest verbunden ist. 15
2. Temperatur-Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwiderstand (1) in einem mineralisierten Koaxialkabel (5) angeordnet ist, wobei der Meßwiderstand jeweils mit einem Ende (9, 10) der sich in gegenüberliegende Richtungen erstreckenden Zuleitungen des Innenleiters (8) verbunden ist. 25
3. Temperatur-Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Metallmantel (4) im Bereich des Meßwiderstandes (1) eine Einsatz-Öffnung (3) aufweist, welche mittels Vergußmasse (12) gas- und flüssigkeitsdicht abgeschlossen ist. 30
4. Temperatur-Sensor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß auf den Metallmantel (4) im Bereich der Öffnung (3) eine Sicherungshülse (15) aus Metall aufgeschoben ist, die an ihren Enden mittels zweier umlaufender Sicken (15, 16) mit dem Metallmantel (4) formschlüssig verbunden ist. 35
5. Temperatur-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwiderstand (1) in Form einer Wendel (2) ausgebildet ist, deren Enden (6, 7) Anschlußstellen (18, 19) zur Verbindung mit den Enden (9, 10) der Zuleitungen des Innenleiters (8) aufweisen. 45
6. Temperatur-Sensor nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Längsachse (13) der Wendel (2) in Richtung der Achse (14) des Metallmantels (4) verläuft. 50
7. Temperatur-Sensor nach einem der Ansprüche 5 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Wendel (2) wenigstens zum Teil aus dispersionsgehärtetem oder stabilisiertem Werkstoff besteht, wobei als wesentlicher Werkstoff-Bestandteil ein Metall der Platingruppe vorgesehen ist, während als dispergiert oder stabilisierender Bestandteil Zirkonium, Yttrium, Titan, Kalzium, Cer, Aluminium und Hafnium sowie gegebenenfalls deren Oxide einzeln oder gemischt eingesetzt sind. 55
8. Temperatur-Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwiderstand (1) als Widerstandsschicht (20) auf einem elektrisch isolierendem Keramik-Substrat (21) ausgebildet ist, wobei an zwei sich gegenüberliegenden Enden (6, 7) der Widerstandsschicht Kontaktfelder (23, 24) für Anschlußdrähte (25, 26) zur Verbindung mit den Enden (9, 10) der Zuleitungen des 60

Innenleiters (8) vorgesehen sind.

9. Temperatur-Sensor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsschicht (20) in Form eines Mäanders auf einem langgestreckten Keramik-Substrat (21) aufgebracht ist, wobei die Mäander-Enden als Kontaktfelder (23, 24) für die Anschlußdrähte (25, 26) ausgebildet sind und das Keramik-Substrat (21) sich in Richtung seiner größten Ausdehnung gesehen entlang der Achse (14) des Innenleiters (8) erstreckt.
10. Temperatur-Sensor nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Widerstandsschicht aus einem mit Rhodium dotierten Platin-Dünnfilm besteht.
11. Temperatur-Sensor nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat aus Aluminiumoxid, Magnesiumoxid, Berylliumoxid oder Glaskeramik besteht.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

**- Leerseite -**



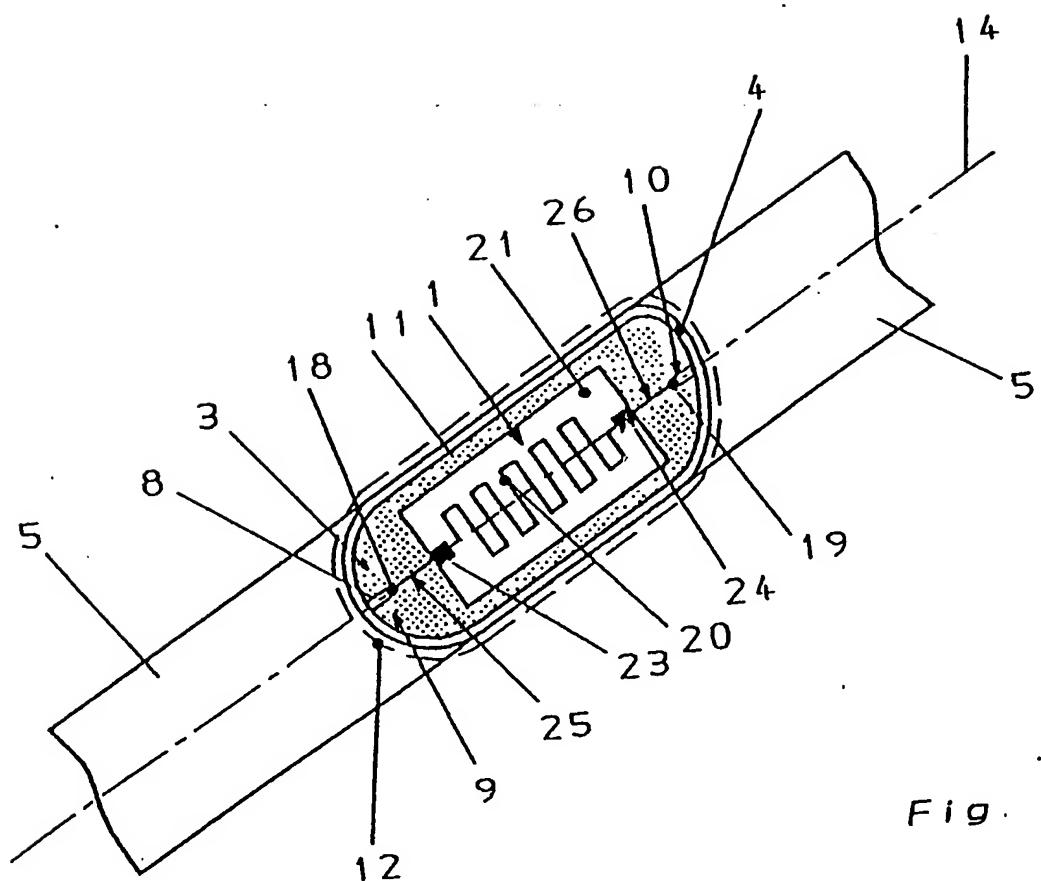


Fig. 2

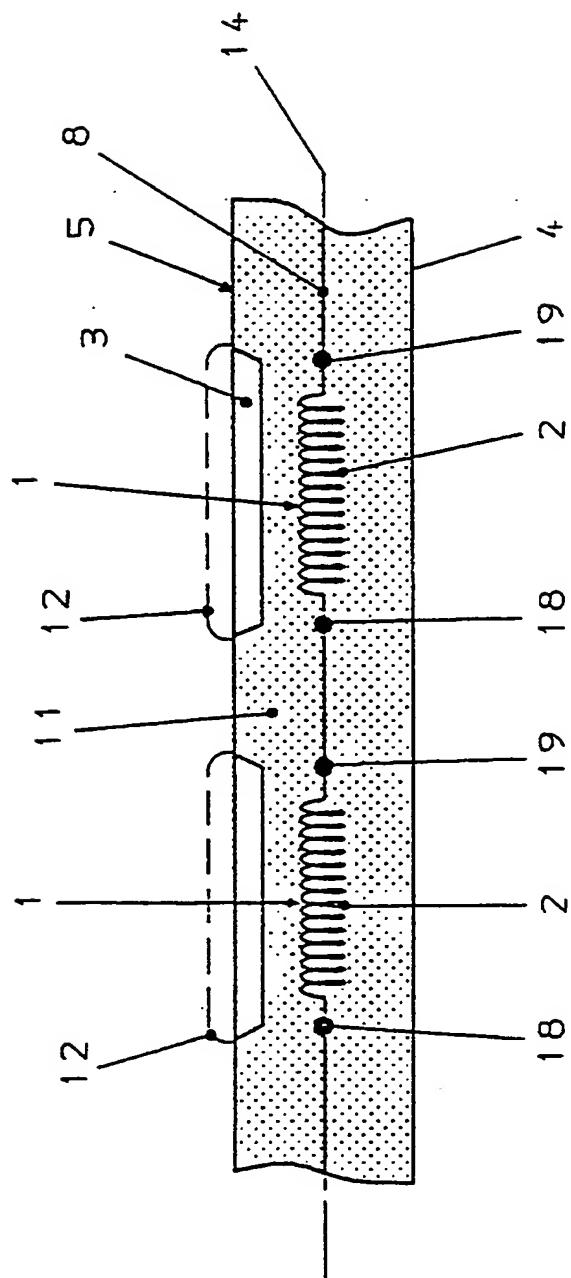


Fig. 3